

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In Re the Application of : Takeo USHIKI, et al.  
Filed: : Concurrently herewith  
For: : SURFACE CONTAMINATION ANALYZER....  
Serial No. : Concurrently herewith

3 / Priority  
No.  
E. Ushiki  
5-2-02

10/083440  
02/26/02  
10/083440  
02/26/02

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

February 26, 2002

PRIORITY CLAIM AND SUBMISSION  
OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Applicant hereby claims priority under 35 USC 119 from JAPANESE patent application no. 2001-058075 filed March 2, 2001, a certified copy of which is enclosed

Respectfully submitted,



Michael I. Markowitz  
Reg. No. 30,659

ROSENMAN & COLIN, LLP  
575 MADISON AVENUE  
IP Department  
NEW YORK, NEW YORK 10022-2584  
DOCKET NO.: NEKW 19.480  
TELEPHONE: (212) 940-8800

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jc971 U.S. PRO  
10/083448  
02/26/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-058075

[ ST.10/C ]:

[ JP2001-058075 ]

出 願 人

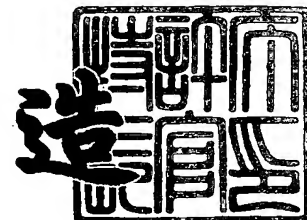
Applicant(s):

日本電気株式会社

2002年 1月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3116330

【書類名】 特許願

【整理番号】 73811025

【提出日】 平成13年 3月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明の名称】 基板表面の汚染評価方法及び汚染評価装置と半導体装置  
の製造方法

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 牛木 健雄

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 山田 恵三

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 板垣 洋輔

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

    【氏名】 辻出 徹

【特許出願人】

    【識別番号】 000004237

    【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100081433

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鈴木 章夫

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 007009

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002138

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 基板表面の汚染評価方法及び汚染評価装置と半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板の表面に電子ビーム照射を行った際に当該基板に誘起される電流を測定する基板表面の汚染評価方法であって、所定の表面状態を有する基準基板と、評価対象となる被測定基板のそれぞれに前記電子ビーム照射した際に生じる基板電流の差に基づいて前記被測定基板の汚染を評価することを特徴とする基板表面の汚染評価方法。

【請求項 2】 前記基準基板はその構造が前記被測定基板と同一であり、かつ前記基準基板はその表面に分子状あるいはクラスター状化学物質の付着がなく、あるいは制御された構造で付着されていることを特徴とする請求項 1 に記載の基板表面の汚染評価方法。

【請求項 3】 前記被測定基板及び基準基板の最表面構造は、半導体あるいは金属からなる材料で構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の基板表面の汚染評価方法。

【請求項 4】 前記被測定基板及び基準基板の表面に対して複数種類の照射角度で前記電子ビームを照射した際に得られた基板電流の差に基づき前記被測定基板の汚染評価を行うことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の基板表面の汚染評価方法。

【請求項 5】 前記被測定基板を不活性ガス雰囲気の下で熱処理を実施する第 1 のステップと、前記被測定基板に対して請求項 1 ないし 4 のいずれかの汚染評価方法を実行する第 2 のステップとを含むことを特徴とする基板表面の汚染評価方法。

【請求項 6】 前記第 1 のステップは、それぞれ異なる温度で前記熱処理を実施した複数の基板から測定された各基板電流値に基づいて前記汚染評価を実行することを特徴とする請求項 5 に記載の基板表面の汚染評価方法。

【請求項 7】 前記基板に対して複数の異なる加速電圧値で電子ビームを照射したときに測定された各基板電流値に基づいて請求項 1 ないし 4 のいずれかの

汚染評価方法を実行することを特徴とする基板表面の汚染評価方法。

【請求項 8】 所定の表面状態を有する基準基板と、評価対象となる被測定基板とをそれぞれ搭載可能とし、前記基準基板と被測定基板の平面位置を移動可能とする移動ステージと、前記移動ステージ上に搭載された前記基準基板と被測定基板に対して電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビームが照射されたときに前記基準基板と前記被測定基板からグランドに流れる電流を測定する電流測定手段とを備え、少なくとも前記各基板の異なる平面領域に前記電子ビームを照射可能に構成し、かつその際の前記電流を測定可能に構成したことを特徴とする基板表面の汚染評価装置。

【請求項 9】 前記移動ステージは前記各基板の表面角度を立面方向に変化可能に構成され、前記各基板の表面に対する前記電子ビームの照射角度が可変に構成されていることを特徴とする請求項 8 に記載の基板表面の汚染評価装置。

【請求項 10】 所定の前段階作業工程が終了した半導体基板に対して、請求項 1 ないし 7 のいずれかの汚染評価方法を実行する第 1 のステップと、前記第 1 のステップにより得られた汚染評価の結果に基づいて所定の後段階作業工程が定める汚染量との比較判断を行う第 2 のステップと、前記第 2 のステップにより汚染除去が要求されたときに前記半導体基板の汚染を除去するための洗浄を実行する第 3 のステップとを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 11】 前記第 2 のステップには複数の異なる汚染量が設定されており、前記第 3 のステップでは前記複数の異なる汚染量に対応した複数の異なる洗浄処理を選択的に実行することを特徴とする請求項 10 に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体基板表面の汚染評価方法および汚染評価装置に関し、特に、半導体基板表面上に吸着した微量成分を検出する好適な方法および装置と、検出した吸着成分を効果的に取り除いて好適な半導体装置を製造するための方法に関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

半導体装置の高集積化に伴い、半導体基板表面の微量な汚染が製品歩留まりや信頼性に影響を及ぼしていることが知られており、特に、様々な形態の有機物による汚染が問題視されている。例えば、1 G（ギガ）－DRAMの開発が進む現在では、寸法微細化への要求とは別に、デバイスの高信頼化の要望が高まってきており、そのために、基板表面の清浄化への要求はますます厳しいものになっている。近年、半導体基板表面に付着している有機物の発生原因として、クリーンルーム環境中の有機物やウェハ保管ボックスの可塑材などまでが問題視されるようになってきた。これらの分子状あるいはクラスター状化学物質が基板に付着していると、製品不良発生による歩留まり低下を引き起こしてしまう。例えば、有機物が基板に付着すると、半導体製造ラインの洗浄工程において基板表面の自然酸化膜や金属不純物の完全除去が不可能になり、半導体と金属との接触抵抗がランダムに上昇されるばかりか、ゲート絶縁膜の絶縁耐性あるいは接合部のダイオード特性が劣化されてしまう。また、ゲート酸化膜表面に有機物が付着したままゲート電極を成膜すると、ゲート電極とゲート酸化膜界面に有機物が局所的に残留し、その結果、例えばフラッシュメモリのようにゲート絶縁膜に積極的に電子あるいは正孔を流す動作機構を有する半導体デバイスの寿命を大幅に縮めてしまうといった報告もなされている（岩本敏幸、高信頼性極薄酸化膜形成の研究、東北大学 博士学位論文、平成10年3月）。現在の半導体素子製造ラインは、複数枚の半導体基板から構成された半導体基板群（ロット）によって製造装置と製造装置との間を移動してゆくこと、並びに各製造装置の処理時間が同一でないことから、ウェハがクリーンルーム雰囲気には曝される時間はウェハ毎に異なる。従って、半導体基板表面に吸着した分子状あるいはクラスター状化学物質も半導体基板毎によって異なり均一ではないため、結果として半導体素子群の電気的特性揺らぎを大きくさせている。

## 【 0 0 0 3 】

さらに、半導体技術の進展は、寸法微細化のトレンドとは別に、使用する材料種類の多様化に進んでいる。特に絶縁膜材料は、従来の $\text{SiO}_2$ 系の材料に替わ

り、 $\text{SiOF}$ 、 $\text{HSQ}$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$  といった材料の採用が始まりつつある。そして、それに伴い洗浄方法も従来の硫酸過酸化水素水あるいはアンモニア過酸化水素水をベースとしたいわゆる化学反応を利用した洗浄方法から、メガソニック、ウルトラソニックを始めとした物理的作用を利用した洗浄の採用が数多く採用されるようになった。しかし、近年の半導体デバイスは電極構造や容量構造などが縦長となり、その製造工程において、例えば深いトレンチあるいは深いホール底にまで十二分に化学薬品あるいはメガソニックといったエネルギー波が到達し表面洗浄を完了させることが困難になってきている。前記ホール底面部の表面状態が、半導体集積回路上を流れる電流値を大きく左右し、結果として、半導体製品の歩留まりや信頼性に影響を及ぼすことは周知の事実である。すなわち、複雑な形状でかつその表面に複数の材料を有する製造途中の半導体基板表面に吸着した分子状あるいはクラスター状化学物質を逐次高精度でもって検出することができないため、半導体素子群の電気的特性揺らぎを大きくさせているのである。

#### 【0004】

これらの課題を解決するためには、半導体素子製造工程において、複雑な形状を有しかつその表面が複数の種類の材料で構成されている半導体基板に対して、該基板に損傷を与えることなく、所望の領域の表面に吸着する分子状あるいはクラスター状化学物質を逐次検査処理を行い、前記吸着分子量によって後段の処理工程の最適化を各々の半導体基板に対して逐次実施することが要求される。このような要求を実現する方法として、全反射蛍光X線分析法（TXRF）があり、特に基板表面に付着したメタル汚染の分析に有効である。これは、単色化されたX線を被測定物の表面に低角度で入射させ、被測定物から発生する蛍光X線を半導体検出器によって検出するものである。

#### 【0005】

しかしながら、このTXRFは、CやNの結合分子が主体となる基板表面の微量な汚染物を高感度で検出することが難しい。すなわち、TXRFでは半導体基板に対する入射X線の入射角度を本質的に低くする必要あるため、半導体基板表面のコンタクトホールあるいはビアホールと呼ばれる孔部や、トレンチと呼ばれ



る溝部へはX線が入射しにくく、段差部や凹凸部の表面汚染分析が本質的に困難である。そのために、これを改善する技術として光学的な手段を用いた半導体基板等の表面汚染分析方法が報告されている。その代表例としては、特開平7-221148号公報に記載されている技術があり、光源として赤外光を用い、被測定試料表面で反射した赤外光を再び所定の角度で該試料表面に再入射させ、該反射光を分光分析することにより、CやNの結合分子が主体となっている基板表面の微量な汚染物を、該試料を破壊することなく高感度で検出することを提供する技術である。また、TXRFは、段差部や凹凸部における検出精度が低いという問題があり、そのために、特開平9-243535号公報には、表面吸着物質を直接質量分析する手段を用いた半導体基板等の表面汚染分析方法が報告されている。この技術は、被測定試料近傍にイオン可能なキャリアガスを流し、該試料の任意の個所にレーザ光を照射することで、該試料表面上に吸着している汚染物質を気化させ、気化した汚染物質を含むキャリアガスをイオン化することで質量分析を実施するものである。

## 【0006】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらの改善された技術においては、次のような問題がある。第1の問題点は、前者の公報に記載の技術では、半導体基板上に存在する高アスペクト比のホール底面部からの信号に関して、そのS/Nを大きくとることができないため、当該ホール底面部の表面情報を十分な精度で提供することが不可能であるということである。その理由は、前記した赤外分光法の場合、入射する赤外光と分析する被測定表面との角度に制約があるため、段差部や凹凸部の表面状態を分析することは極めて困難であるためである。

## 【0007】

また、第2の問題点は、後者の公報に記載の技術では、半導体基板上の微小面積部分からの信号に関して、そのS/Nを大きくとることができないため、前記微小部分の表面情報を十分な精度で提供することが不可能であるということである。その理由は、前記した試料表面上に吸着している汚染物質を気化させる方法は、気化した汚染物質を含むキャリアガスを質量分析することを基本としている

ことから、気化した汚染物質そのものが非常に微量である場合、本質的に被測定個所からの信号の $S/N$ を大きくとることができないためである。

【0008】

本発明の目的は、複雑な形状を有しかつその表面が複数の種類の材料で構成されている半導体基板に対して、該基板に損傷を与えることなく、所望の領域の表面に吸着する分子状あるいはクラスター状化学物質を逐次検査処理する方法及び装置を提供することにある。本発明のさらに他の目的は、半導体素子製造ラインにおいて、炭化水素化合物量を代表とする半導体基板表面上の吸着汚染物質量を激減させ、不要な汚染が半導体製造ライン全体へ拡散することを防止し、結果として半導体装置の信頼性や歩留まりを大幅に向上することが可能な半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、基板の表面に電子ビーム照射を行った際に当該基板に誘起される電流を測定する基板表面の汚染評価方法であって、所定の表面状態を有する基準基板と、評価対象となる被測定基板のそれぞれに前記電子ビーム照射した際に生じる基板電流の差に基づいて前記被測定基板の汚染を評価することを特徴とする。

【0010】

この場合、基板の表面に対して複数種類の照射角度で電子ビームを照射した際に得られた基板電流の差に基づき被測定基板の汚染評価を行うことが好ましい。また、被測定基板を不活性ガス雰囲気の下で熱処理を実施する第1のステップと、被測定基板に対して前記の汚染評価方法を実行する第2のステップとを含む構成としてもよい。例えば、第1のステップは、それぞれ異なる温度で熱処理を実施した基板から測定された各基板電流値に基づいて前記の汚染評価を実行する。あるいは、基板に対して複数の異なる加速電圧値で電子ビームを照射したときに測定された各基板電流値に基づいて前記の汚染評価方法を実行する構成としてもよい。

【0011】

また、本発明の汚染評価装置は、所定の表面状態を有する基準基板と、評価対

象となる被測定基板をそれぞれ搭載可能とし、前記基準基板と被測定基板の平面位置を移動可能な移動ステージと、前記移動ステージ上に搭載された前記基準基板と被測定基板に対して電子ビームを照射する電子ビーム照射手段と、前記電子ビームが照射されたときに前記基準基板と前記被測定基板からグランドに流れる電流を測定する電流測定手段とを備え、少なくとも前記各基板の異なる平面領域に前記電子ビームを照射可能に構成し、かつその際の前記電流を測定可能に構成したことを特徴とする。ここで、前記移動ステージは前記各基板の表面角度を立面方向に変化可能に構成され、基板の表面に対する電子ビームの照射角度が可変に構成してもよい。

## 【 0 0 1 2 】

本発明の半導体装置の製造方法は、所定の前段階作業工程が終了した半導体基板に対して、前記の汚染評価方法を実行する第1のステップと、この第1のステップにより得られた汚染評価の結果に基づいて所定の後段階作業工程が定める汚染量との比較判断を行う第2のステップと、この第2のステップにより汚染除去が要求されたときに前記半導体基板の汚染を除去するための洗浄を実行する第3のステップとを含むことを特徴とする。ここで、前記第2のステップには複数の異なる汚染量が設定されており、前記第3のステップでは前記複数の異なる汚染量に対応した複数の異なる洗浄処理を選択的に実行するようにしてもよい。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の汚染評価方法においては、基準基板や被測定基板が電氣的に接地されている場合、照射された電子ビームが基板内部あるいは基板表面に吸着した分子状あるいはクラスター状化学物質内部にて連続した非弾性散乱を起こし、エネルギーを失った一次電子や表面に到達できない励起電子あるいは電離された原子により前記分子状あるいはクラスター状化学物質を含む全基板の電荷の過不足を生じさせ、これを相殺するために基板を通して流れる作用により基板電流が検出される。この基板電流は、吸収電流とも呼ばれ、その基板電流値は、基板内部での電子の散乱現象に大きく依存しており、特に基板が半導体である場合と金属である場合と絶縁物である場合で、その値は大きく異なる。その理由は、基板のエネルギー帯構造における禁止帯の幅に大きく関係しており、禁止帯の幅は、金属、半導

体、絶縁体の順で大きくなるため、金属では二次電子が容易に禁止帯を越えて格子電子との相互作用でエネルギーを失ってしまうのに対して、絶縁体では禁止帯の幅が広いために相互作用が起きにくくエネルギーロスが少ないためである。従って、基板の表面に電子ビームを照射する時間を長くし、かつ電流計が該基板電流を測定する積算時間を長くすることにより、検出感度を高くすることができる。

## 【0014】

また、本発明において、前記電子ビームは、所定の加速電圧により基板表面に照射することにより、電子ビームの平均飛程である約数十nm以内の基板表層において電子の散乱現象が作用する。したがって、例えば炭化水素化合物のような電気的には絶縁体である汚染物質が基板表面に付着している場合と、基板表面に全く汚染物質が付着していない場合では、電子ビームを照射したときに両者が示す基板電流は異なった値を示す。

## 【0015】

さらに、本発明においては、基板表面に照射する電子ビームの入射角度は、特に制約を設ける必要はない。従って、基板表面上に高アスペクト比のホールが存在していたとしても該ホール底面には十分に電子ビームが照射され、さらに、該ホールの底面情報を含む基板電流は、基板の裏面から電流計を通してグランドへ流れるため、S/Nを大きくすることができる。

## 【0016】

## 【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明による汚染評価装置の第1の実施の形態の概念構成図である。この実施形態では、汚染評価の対象となる基板として、半導体製造工程での製造対象としての半導体基板（半導体ウェハ）が用いられ、当該半導体ウェハの表面の汚染状態や、表面に形成されたコンタクトホールなどの孔部や溝部などの段差部もしくは凹凸部についての汚染評価を行うものである。前記汚染評価装置は、半導体ウェハ101を保持して電流の測定を行う測定部1と、前記半導体ウェハ101に対して電子ビームを照射する電子ビーム照射部2とを備えている。前記測定部1は、前記半導体ウェハ101を搭載し、かつ前記半導体ウェハ101の表面101aの所定箇所に

電子ビーム102が照射されるように前記半導体ウェハ101の位置決めを行う移動ステージ103と、前記半導体ウェハ101の裏面から電流を検出するための検出電極108と、前記検出電極108により検出された電流値を測定する電流計109を備えている。ここで、前記移動ステージ103は、前記半導体ウェハ101の表面101aの所定箇所、本実施の形態では表面101aにおける段差部や凹凸部もしくは溝部等の汚染の評価を行う箇所（以下、評価箇所と称する）に前記電子ビーム102が照射するように、半導体基板101のXY方向またはθ方向の移動およびその位置決めを行うものである。

#### 【0017】

一方、前記電子ビーム照射部2は、前記移動ステージ103に搭載された前記半導体ウェハ101と対向する位置に配置されて前記した電子ビーム102を発する電子銃104と、前記電子銃104が発生する前記電子ビーム102を外部から印加する電圧により加速させて前記半導体基板101の表面101aに照射させるアノード電極105と、前記アノード電極105に一定の電圧を印加する定電圧電源106と、前記電子銃104の直下に位置し前記電子ビーム102の電流値と電子束の縮小率を制御する電子レンズ部107とを備えている。

#### 【0018】

すなわち、前記汚染評価装置は、半導体ウェハ101の表面101aの評価箇所に所定の加速電圧かつ所定の電流値を有する電子ビーム102を照射するとともに、前記半導体ウェハ101の裏面からグランド110へ流れる電流値を測定する構成とされている。なお、前記半導体ウェハ101からグランド110へ流れる電流は必ず前記電流計109を通過するものとし、前記電流計109を通過せずに半導体ウェハ101からグランド110への電流経路は存在しないものとする。

#### 【0019】

次に、以上の構成の汚染評価装置を用いた本発明の汚染評価方法について説明する。まず、2枚の半導体ウェハ、例えば、シリコンウェハ（直径200mm、pタイプ、抵抗率＝約 $1\Omega\text{cm}$ ）の表面上にCVD法でシリコン酸化膜を膜厚1000nm堆積し、続いてフォトリソグラフィ工程、ドライエッチング工程をお

こない、前記シリコン酸化膜層に直径 $0.25\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ 程度の溝部もしくはコンタクトホールなどの孔部を形成した。図2はその状態の半導体ウェハの断面図を示しており、半導体ウェハ101の表面上にシリコン酸化膜111を形成し、このシリコン酸化膜111に深さ $1000\text{nm}$ の溝部や孔部112等の凹凸を形成している。ここでは、溝部112の底面113に半導体ウェハ101の表面を露出させている。その後、前記半導体ウェハ101を、半導体製造工程で通常行われるアッシング工程ならびに硫酸過酸化水素水、アンモニウム過酸化水素水、純水を用いた一連の洗浄工程を実施した。これにより、半導体ウェハ表面において、有機物・アルカリ金属が除去された状態にした。その後、一枚の半導体ウェハだけは、気化された合成潤滑油で満たされている閉空間内に放置し強制的にウェハ表面に炭化水素からなる汚染物を付着させた。これら2枚の半導体ウェハを本発明の汚染評価装置における被測定物とし、そのうち汚染された半導体ウェハを被測定基板とし、汚染されていない半導体ウェハを基準基板とした。

#### 【0020】

なお、参考として、前記2枚の半導体ウェハと同様にして別に作製した2枚の参照半導体ウェハ、すなわち、半導体ウェハ表面に汚染物を強制付着させた半導体ウェハと、汚染物を付着させなかった半導体ウェハについて、飛行時間型二次イオン質量分析法を用いて半導体ウェハ表面吸着物質を解析した比較データを図3に示す。この分析法は、周知のとおり、被測定試料にイオンビームを照射して、試料表面に付着している汚染物質をスパッタリング作用で外へたたき出し、汚染物質を直接分析する方法であり、破壊的に試料表面の付着汚染量を検査する手段である。なお、この時の分析条件は、イオン種： $\text{Ga}^+$ 、加速エネルギー： $25\text{keV}$ 、イオン電流： $1.2\text{pA}$ 、入射角度： $45^\circ$ 、モード：バンチング、繰り返し測定： $10\text{kHz}$ 、帯電補正：なし、分析エリア： $100\mu\text{m}^2$ である。また、同図の黒グラフが汚染されたもの、白グラフが汚染されないものを示している。

#### 【0021】

そして、前記2枚の基準基板、被測定基板としての各半導体ウェハをそれぞれ図1の移動ステージ103に搭載する。この時、半導体ウェハ上において、予め

検査すべき汚染箇所すなわち所定箇所の座標などがわかっている場合には、半導体ウェハ101の表面101aの評価箇所に電子ビーム102が照射されるように、移動ステージ103を移動させて半導体ウェハ101のXY方向または $\theta$ 方向の移動を行い、さらにその位置決めを行う。その上で、半導体ウェハ101の前記評価箇所に電子銃104から電子レンズ部107を通して電子ビーム102を照射して、半導体ウェハ101の評価箇所の表層にて電子散乱現象を誘起させる。この時、電子ビーム102の加速電圧は、例えば、500V、電流は50pAとする。そこで、半導体ウェハ101の全体の電荷の過不足を生じさせ、これを相殺するために半導体ウェハ101を通してグランド110へ流れる伝導電流、すなわち基板電流を電流計109により検出する。電流計109の積算時間は、例えば、200msecとする。

#### 【0022】

ここで、前記したように、電子ビーム102の加速電圧を500Vに設定することで、半導体ウェハ101の約数nmの表層について電子の散乱現象を誘起させる効果がある。なお、前記の効果をより顕著にするために、加速電圧を1eV以上500eV未満に設定しても構わない。また、約数十nmから数百nmの大きさを有するクラスター状化学物質を被測定試料表面上で検出するためには、加速電圧を500eV以上10000eV以下に設定しても構わない。また、電子ビーム102の電流量を50pAに設定することで、半導体ウェハのチャージアップ（帯電）による前記電子散乱現象の擾乱を抑制する効果がある。この場合、前記効果をより顕著にするために、照射電流量を1pA以上50pA未満としても構わない。また、電流計のS/Nを高くするために照射電流量を50pA以上1nA以下としても構わない。本発明者の検討によれば、電子ビームの加速電圧が1eV以上10000eV以下であれば本発明が実現可能である。また、電子ビームの電流値が1pA以上1nA以下であれば本発明が実現可能である。

#### 【0023】

以上のように行う汚染評価方法によれば、照射された電子ビーム102が半導体ウェハ101の表面101aに吸着した分子状あるいはクラスター状化学物質内部にて連続した非弾性散乱を起こし、エネルギーを失った一次電子や表面に到達

できない励起電子あるいは電離された原子により前記分子状あるいはクラスター状化学物質を含む全基板の電荷の過不足を生じさせ、これを相殺するために基板を通して流れる作用により基板電流が検出される。そのため、半導体ウェハ101の表面101aに主に炭化水素化合物からなる汚染物質を強制付着させたものと、そうでないものとは関係して検出された半導体ウェハの基板電流値の値は相違され、本実施形態の場合には、前者と後者の各基板上面内平均は、それぞれ1.58 pA, 2.03 pAであった。

#### 【0024】

なお、図4に、前記被測定基板における基板電流の基板面内分布を示す。この場合には、半導体ウェハの中心部から周辺部に向けて基板電流値が変化されており、基板の表面が汚染されていることが判る。因みに、汚染されていない基準基板の場合には、基準電流は基板の全面にわたってほぼ均一な大きな基板電流値となる。このように、電子ビーム102を制御された加速電圧値かつ制御された電流値により半導体ウェハ101へ照射し、当該半導体ウェハ101からグランド110へ流れる基板電流値を測定し、清浄な半導体ウェハ（基準基板）における基板電流値と、評価すべき半導体ウェハ（被測定基板）における基板電流値との差を評価することにより、複雑な形状を有しかつその表面が複数の種類の材料で構成されている半導体ウェハに対して、当該半導体ウェハに物理的な損傷を与えることなく、評価箇所を含む領域の表面に吸着する分子状あるいはクラスター状化学物質を逐次検査することが可能となる。

#### 【0025】

ここで、半導体ウェハに対して前記した汚染評価を行うに際し、当該半導体ウェハ上での前記評価箇所の座標などがわがっていない場合には、移動ステージ103が半導体ウェハ101を保持したまま移動と停止を均等な間隔で繰り返す動作によって、半導体ウェハ上の複数の評価箇所を順次検査し、半導体ウェハ上の全ての評価箇所にわたって微細パターン検査を行う。

#### 【0026】

なお、本発明の原理は、被測定基板表面の極表層の部分で電子散乱を起こし、そこから誘起される基板電流を前記基板の裏面に接触する電極から取り出し、前



記電極からグランドへ流れる前記基板電流値を測定することにあるから、被測定試料としての半導体ウェハの溝部もしくは孔部の大きさは、 $0.25\mu\text{m}$ 未満であっても構わないし、シリコン酸化膜膜厚が $1000\text{nm}$ 以上であっても構わない。また、半導体基板上に堆積された絶縁膜材料がシリコン酸化膜でなくとも、例えばドーパント添加シリコン酸化膜、シリコン窒化膜、有機系絶縁膜あるいは多孔質状絶縁膜であっても構わない。

## 【0027】

さらに、本発明においては、半導体ウェハ上に例えばアルミニウムやチタンといった金属薄膜あるいはシリコンゲルマニウムやガリウム砒素といった半導体薄膜を堆積し、その上に前記シリコン酸化膜からなる孔部もしくは溝部を作成した半導体ウェハであっても構わない。炭化水素化合物を代表とする基板表面吸着物質のエネルギー帯構造における禁止帯の幅は、シリコンと同様、前記半導体あるいは前記金属の禁止帯の幅と異なるからである。

## 【0028】

次に、本発明の第2の実施形態について説明する。第2の実施形態の汚染評価装置の構成は、基本的には図1に示した構成と同じであるが、ここでは、図5に示すように、半導体ウェハ101の測定を行う測定部1に設けられたステージとして、半導体ウェハ101の表面101aの評価箇所に電子ビーム102が所定の入射角度で照射されるように、半導体ウェハ101の立面方向（ $\gamma$ 方向）に傾斜角度を調整可能な移動傾斜ステージ103Aが設けられている。その他の構成は第1の実施形態と同じである。すなわち、この汚染評価装置では、半導体ウェハ101の表面101aにおける評価箇所に所定の加速電圧かつ所定の電流値を有する電子ビーム102を所定の入射角度で照射し、当該半導体ウェハ101からグランド110へ流れる電流値を測定する構成とされている。

## 【0029】

この第2の実施形態における汚染評価方法では、第1の実施形態と同様に、汚染されていない半導体ウェハと、汚染した半導体ウェハとを作製し、それぞれを基準基板、被測定基板とした上で、各基板について同様な測定を実行する。すなわち、前記各半導体ウェハをそれぞれ、移動傾斜ステージ103Aに搭載する。

この時、半導体ウェハ上において、予め検査すべき汚染箇所すなわち評価箇所の座標などがわかっている場合には、半導体ウェハ101の表面101aの評価箇所に電子ビーム102が、それぞれ複数の異なる入射角度で照射されるように、移動傾斜ステージ103Aを移動させて半導体ウェハ101の平面XY方向、平面 $\theta$ 方向、または $\gamma$ 方向の移動、回転または傾斜を行い、さらにその位置決めを行う。続いて、半導体ウェハ101の評価箇所に電子銃104から電子レンズ部107を通して電子ビーム102を所定の入射角度で照射して、当該評価箇所の表層にて電子散乱現象を誘起させる。この時、電子ビーム102の加速電圧は500V、電流は50pAとし、半導体ウェハ101全体の電荷の過不足を生じさせ、これを相殺するために半導体ウェハ101を通してグランド110へ流れる伝導電流すなわち基板電流を電流計109により検出する。この時、電流計109の積算時間は200msecとした。

#### 【0030】

図6は、第2の実施形態の汚染評価結果を示すものである。電子ビーム102が半導体ウェハ101の表面101aに対して垂直に入射する時（入射角度が0[rad]の時）、基板電流が最大値を示す。これは、電子ビーム102が半導体ウェハの表面101aに対して垂直に入射する時に、電子ビーム102は半導体ウェハ101の表面101aの溝部あるいは孔部112の底面113にまで到達することができるからである。このように、電子ビーム102を制御された加速電圧値かつ制御された電流値でもって半導体ウェハ101へ複数の異なる照射角度により照射し、当該半導体ウェハ101からグランド110へ流れる基板電流値を測定し、基板電流値の前記照射角度依存性を評価することにより、複雑な形状を有しかつその表面が複数の種類の材料で構成されている半導体基板に対して、半導体ウェハに物理的な損傷を与えることなく、所望の領域の表面に吸着する分子状あるいはクラスター状化学物質を逐次検査することが可能となる。

#### 【0031】

なお、この実施形態では、溝部あるいは孔部が存在するシリコンウェハを気化された合成潤滑油で満たされている閉空間内に放置し強制的にウェハ表面の全てにわたり炭化水素からなる汚染物を付着させ、これを本発明である汚染評価装置

の被測定物である半導体ウェハとしているが、例えば酸化膜からなる溝部あるいは後部を形成するためのドライエッチング工程後のような、溝部あるいは後部の底面部にのみ弗化炭化水素化合物が付着した半導体ウェハであっても良い。この場合、電子ビーム102が半導体ウェハ101の表面101aに対して垂直に入射する時、電子ビーム102は半導体ウェハ101の表面101aに存在する溝部あるいは孔部112の底面113にまで到達し、底面113に選択的に存在する炭化水素化合物内で散乱現象を起こすが、電子ビーム102が半導体ウェハ101の表面に対して斜めに入射する時には、電子ビーム102は溝部あるいは孔部の底面には到達しないため、基板電流値の入射角度依存性がより顕著に表れる。

#### 【0032】

次に本発明の第3の実施形態について説明する。第3の実施形態では、汚染評価方法の工程として、被測定試料である半導体ウェハを不活性ガス雰囲気中で所定の温度の下で熱処理を実施する第1のステップと、前記半導体ウェハへの電子ビーム照射による基板電流測定を行う第2のステップからなることを基本としている。この場合、前記第1のステップと第2のステップを複数組み合わせ合わせた汚染評価方法として実施することも可能である。また、汚染評価装置としては、図1に示した第1の実施形態、あるいは図5に示した第2の実施形態の装置を利用することが可能である。そして、あるいは移動傾斜ステージ103A上に、第1及び第2の実施形態と同様に、汚染された半導体ウェハと、汚染されていない半導体ウェハとを作製し、汚染評価装置の移動ステージ103に搭載する。そして、それぞれの半導体ウェハについて、表面の評価箇所電子銃104から電子レンズ部107を通して電子ビーム102を照射して、半導体ウェハ101の評価箇所の表層にて電子散乱現象を誘起させる。この時、電子ビーム102の加速電圧は500V、電流は50pAであり、半導体ウェハ101全体の電荷の過不足を生じさせ、これを相殺するために半導体ウェハを通してグラウンド110へ流れる伝導電流すなわち基板電流を電流計109により検出する。この時、電流計109の積算時間は200msecであり、基板電流値は1.61pAであった。

#### 【0033】

次に、前記半導体ウェハ101を窒素で満たされた熱処理装置内に入れ、70℃で1分間放置し、その後前記と同様な手段で基板電流を測定した。この時の基板電流値は1.76 pAであった。次いで、前記半導体ウェハ101を再び窒素で満たされた70℃の熱処理装置内に入れ、毎分30℃の昇温速度で200度まで熱処理温度を上げ、続けて200℃で1分間放置した。その後、前記と同様な手段で基板電流を測定した。この時の基板電流値は1.89 pAであった。さらに、前記半導体ウェハ101を再び窒素で満たされた200℃の熱処理装置内に入れ、毎分10℃の昇温速度で300度まで熱処理温度を上げ、続けて300℃で1分間放置した。その後、前記と同様な手段で基板電流を測定した。この時の基板電流値は2.07 pAであった。

## 【0034】

このように、第3の実施形態では、被測定試料としての半導体ウェハを不活性ガスで満たされた空間で所定の温度で加熱することにより、半導体ウェハの表面に吸着している所望の分子状あるいはクラスター状化学物質を脱離させ、続けて前記電子ビーム照射による基板電流測定を利用した汚染評価方法を実施し、それぞれの温度で熱処理を実施した後の基板電流値の差を評価することにより、半導体ウェハの表面に吸着している所望の分子状あるいはクラスター状化学物質を同定することが可能となる。

## 【0035】

次に本発明の第4の実施形態について説明する。第3の実施形態では、汚染評価方法の工程として、被測定試料である半導体ウェハに対して、複数の異なる電子ビーム照射条件でそれぞれ電子ビームを照射してそれぞれにおける基板電流測定を行う複数のステップからなることを基本としている。汚染評価装置としては、図1に示した第1の実施形態、あるいは図5に示した第2の実施形態の装置を利用することが可能である。そして、移動傾斜ステージ103A上に、第1及び第2の実施形態と同様に、汚染された半導体ウェハと、汚染されていない半導体ウェハとを作製し、汚染評価装置の移動ステージ103に搭載する。そして、それぞれの半導体ウェハについて、表面の評価箇所を電子銃104から電子レンズ部107を通して電子ビーム102を照射して、半導体ウェハ101の評価箇所

の表層にて電子散乱現象を誘起させる。この時、電子ビーム102の加速電圧は500V、電流は50pAであり、半導体ウェハ101全体の電荷の過不足を生じさせ、これを相殺するために半導体ウェハを通してグラウンド110へ流れる伝導電流すなわち基板電流を電流計109により検出する。

## 【0036】

先ず、第1の電子ビーム照射条件として、電子ビーム102の加速電圧を500V、照射電流量を50pAとした。そして、この時の基板電流は1.60pAであった。次に、第2の電子ビーム照射条件として、電子ビーム102の加速電圧を1000V、照射電流量を50pAとした。そして、この時の基板電流は2.24pAであった。次に、第3の電子ビーム照射条件として、電子ビーム102の加速電圧を1500V、照射電流量を50pAとした。そして、この時の基板電流は3.48pAであった。

## 【0037】

このように、第1の加速電圧値で電子ビームを照射したときに被測定基板の半導体ウェハ101から測定された第1の基板電流値と、第2の加速電圧値で電子ビームを照射したときに測定された第2の基板電流値と、第3の加速電圧値で電子ビームを照射したときに測定された第3の基板電流値を処理することにより、複雑な形状を有しかつその表面が複数の種類の材料で構成されている半導体ウェハに対して、当該半導体ウェハ101に物理的な損傷を与えることなく、所望の領域の表面に吸着する分子状あるいはクラスター状化学物質を逐次検査することが可能となる。これは、図7に示すように、照射する電子ビームの加速電圧が大きくなるほど、前記電子ビームの半導体ウェハ内侵入深さが深くなるため、例えば約数十nmから数百nmの大きさを有するクラスター状化学物質が半導体ウェハの表面上に存在する場合、基板電流の加速電圧依存性を処理することにより半導体ウェハの基板表面に吸着している分子状あるいはクラスター状化学物質量を推定できるからである。

## 【0038】

以上、本発明にかかる汚染評価方法の各実施形態について説明したが、本発明はかかる汚染評価方法を利用することにより、半導体素子の信頼性や歩留りの高

い半導体装置の製造方法を実現することが可能になる。図 8 は、本発明による半導体装置の製造方法を説明するためのフローチャートである。なお、本実施形態で述べる半導体装置の製造方法は、半導体ウェハを一枚ずつ取り扱う枚葉処理を基本としており、前記第 1 ないし第 4 の実施形態で説明したような半導体ウェハの表面上の汚染評価を実施した後、その評価結果に基づいて洗浄工程を実施するあるいは実施しないことを決定する工程を含んだものである。

## 【 0 0 3 9 】

図 8 において、先ず、ステップ S 1 1 は、前段階の処理工程が終了した時点を表しており、本発明における半導体装置の製造方法の開始点でもある。ここで、前段階処理工程とは、例えば、洗浄工程、洗浄後の乾燥工程、ドライエッチング工程、フォトレジスト剥離工程、イオン注入工程、アッシング工程等を示す。なお、ここでの洗浄工程は、硫酸過酸化水素水による洗浄（SPM）、アンモニア過酸化水素水による洗浄（APMもしくはSC-1）、希フッ酸による洗浄（DHF）、ブラシスクラブ洗浄、水素添加水による洗浄、オゾン添加水による洗浄、メガソニックもしくはウルトラソニックによる洗浄など、液体を用いる洗浄のことを示す。そして、本発明の製造方法であるステップ S 1 2 へ進み、半導体ウェハの表面の汚染評価処理を行うか否かを判断する。YESを選択した場合、本発明による汚染評価処理（S 1 3）を実行する。また、NOを選択した場合には、後段階処理工程（S 1 6）に移行する。ここで、後段階処理工程とは、熱処理、薄膜成長処理、薄膜堆積処理、イオン注入処理、ドライエッチング処理、フォトリソグラフィ処理などを示す。

## 【 0 0 4 0 】

前記汚染評価処理 S 1 3 は、前記第 1 ないし第 4 の実施形態の汚染評価処理を実行する。すなわち、前記したように被測定基板となる製造工程途中の半導体ウェハ 1 0 1 を測定部 1 の移動ステージ 1 0 3 上に搭載して位置決めを行った上で、半導体ウェハの評価箇所に電子ビームを制御された加速電圧値かつ制御された電流値により照射し、その上で半導体ウェハからグランドへ流れる基板電流値を測定する。また、半導体ウェハを搭載した移動ステージ 1 0 3 の移動と停止を繰り返しながら、電子ビーム 1 0 2 を制御された加速電圧値かつ制御された電流値

により半導体ウェハ101上の複数の評価箇所へ順次照射し、電流計109により半導体ウェハ101からグランド110へ流れる基板電流値を順次測定する。

#### 【0041】

次いで、ステップS14に移行し、このステップS14では、ステップS13で測定された半導体ウェハ101の基板電流値が、後段階の処理工程S16において定められている設定範囲を越えているか否かを判断する。ここでの判断処理とは、ステップS13において測定された基板電流値と、同様に測定された基準基板から得られた基板電流値を差し引いた値の絶対値と、後段階の処理工程S16が定める設定値の大きさを比較することである。前者より後者が大きい場合は、ステップS16である後段階の処理工程に移行する。後者より前者が大きい場合は、ステップS15である洗浄工程を実施する。このステップS15では、ステップS13にて検出された半導体基板表面に吸着している汚染物質の除去を目的とする。

#### 【0042】

##### 【実施例】

次に、本発明の製造方法の実施例を説明する。2枚の8インチシリコンウェハに膜厚10nmの熱酸化膜を成長させ、クリーンルーム内で約1週間放置した。その後、一枚のウェハはステップS12においてNOを選択し、もう一枚のウェハはステップS12においてYESを選択することとした。そして、YESを選択したウェハは、ステップS13を実行し、さらにステップS14においてYESの判断となってステップS15の洗浄工程を行った。ここで、ステップS15の洗浄工程では、半導体製造工程で通常行われる硫酸過酸化水素水、アンモニウム過酸化水素水、希フッ酸、純水を用いた一連の洗浄処理を行った。そして、ステップS12でYES、NOを選択した両ウェハともステップS16に移行するに際し、FT-IR法によりウェハ表面上微量有機物測定を実施した。

#### 【0043】

ここで、ステップS13及びS15の工程を実施した半導体ウェハは、ウェハ表面上の $\text{CH}_2$  付着量が $0.5 \times 10^{14}$  (分子/ $\text{cm}^2$ )、 $\text{CH}_3$  付着量が $0.13 \times 10^{14}$  (分子/ $\text{cm}^2$ )であった。一方、ステップS13及びS15を実

施しなかった半導体ウェハは、ウェハ表面上の $\text{CH}_2$  付着量が $10 \times 10^{14}$  (分子/ $\text{cm}^2$ )、 $\text{CH}_3$  付着量が $1.1 \times 10^{14}$  (分子/ $\text{cm}^2$ )であった。このことから、所定の半導体処理装置による前段階作業工程が終了した半導体基板に対して、本発明である汚染評価方法を実行し、この汚染評価方法から得られる電流値が後段階作業工程が定める所定の条件を満たさない場合は、当該汚染評価方法で検出された汚染吸着物質の除去を目的とする最適な洗浄工程を実施することにより、基板表面に吸着する炭化水素化合物量を激減することができ、これにより、不要な汚染が半導体製造ライン全体へ拡散することを防止し、結果として半導体装置の信頼性や歩留まりを大幅に向上することが可能になる。

## 【 0 0 4 4 】

ここで、ステップ S 1 5 の洗浄工程としては、メガソニックを用いた洗浄工程、オゾン添加水を用いた洗浄工程、水素添加水を用いた洗浄工程、ブラシスクラブ洗浄など、半導体基板表面吸着物質の除去を目的とする他の洗浄工程を実施してもよい。

## 【 0 0 4 5 】

また、前記実施形態では、ステップ S 1 4 において、半導体ウェハから得られた基板電流値が後段階の処理工程 S 1 6 が定める設定範囲を越えているか否かを判断するだけであったが、図 9 に示すように、ステップ S 1 4 A において、半導体ウェハから得られた基板電流値と比較処理をする閾値を複数種類設定してもよい。すなわち、複数の異なる条件の洗浄処理工程、ここでは 2 つの洗浄処理工程 S 1 5 A、S 1 5 B を設定しておき、各洗浄処理工程に対応して閾値を設定するものである。そして、半導体ウェハから得られた基板電流値が、例えば第 1 の洗浄処理工程 S 1 5 A が定める閾値に最も近い場合には第 1 の洗浄処理工程 S 1 5 A を実施し、第 2 の洗浄処理工程 S 1 5 B が定める閾値に最も近い場合には第 2 の洗浄処理工程 S 1 5 B を実施する。ここでの複数の洗浄処理工程の異なる条件とは、複数種類の洗浄薬液、洗浄薬液の濃度、洗浄温度、洗浄時間を指し示す。一例として、第 1 の洗浄処理工程では、加速電圧 5 0 0 V、照射電流 3 0 p A で観測された基板電流が 2. 0 p A 以上 2. 5 p A 未満であった場合は、 $\text{HF} : \text{H}_2\text{O} = 1 : 100$  の混合比の希フッ酸溶液を用いて 2 2 °C で 1 分間の洗浄工程を



実行する。第2の洗浄処理工程では、加速電圧500V・照射電流30pAで観測された基板電流が1.8pA以上2.0pA未満であった場合は、 $\text{HF}:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=1:1:100$ の混合比の希フッ酸過酸化水素水溶液を用いて22℃で0.5分間の洗浄工程を実行する。

## 【0046】

また、本発明の製造方法においては、前記汚染評価方法で得られた基板電流を汚染量データとして蓄積しておき、当該汚染量データの経時的な変化に基づいて前段階作業工程を実施する半導体処理装置に関する故障モードの推定を行い、この推定結果に基づき半導体ウェハの処理方法を決定するようにしてもよい。この場合、前記前段階作業工程は複数種類存在するとし、これらの前段階作業工程をそれぞれ実施した半導体ウェハから得られた基板電流の差に基づき前段階作業工程に関する故障モードの推定を行い、この推定結果に基づき前段階作業工程を決定するようにしてもよい。

## 【0047】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明の汚染評価装置を用いた汚染評価方法においては、被測定基板の表面の極表層の部分で電子散乱を起こし、そこから誘起される基板電流を当該基板の裏面側から取り出し、グランドに流れる基板電流値を測定することを原理としているので、複雑な形状を有しかつその表面が複数の種類の材料で構成されている基板に対して、当該基板に損傷を与えることなく、所望の領域の表面に吸着する分子状あるいはクラスター状化学物質の汚染評価を実現することが可能である。

## 【0048】

また、本発明の汚染評価方法を用いた半導体装置の製造方法においては、半導体装置の製造ラインにおいて製造途中の半導体基板に対して前記汚染評価を実行し、その汚染評価としての基板電流値が後段階作業工程の定める条件を満たさない場合は半導体基板の表面吸着物質の除去を目的とする最適な洗浄工程を実施しているので、半導体装置の製造ラインにおいて、炭化水素化合物量を代表とする半導体基板表面上の吸着汚染物質量を激減させ、不要な汚染が半導体装置の製造

ライン全体へ拡散することを防止し、結果として製造する半導体装置の信頼性や歩留まりを大幅に向上することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の基板表面の汚染評価装置の一例の概念構成図である。

【図 2】

本発明の評価対象としての半導体ウェハの表面の拡大断面図である。

【図 3】

本発明の被測定基板であるシリコンウェハに関する飛行時間型二次イオン質量分析法により得られた表面吸着物質の比較図である。

【図 4】

本発明における基板電流の基板面内分布である。

【図 5】

本発明の基板表面の汚染評価装置の他の実施形態の概念構成図である。

【図 6】

本発明における基板電流の電子ビーム入射角度依存性である。

【図 7】

本発明における電子ビーム最大侵入深さの加速電圧依存性である。

【図 8】

本発明の半導体素子製造方法の実施形態のフローチャートである。

【図 9】

本発明の半導体素子製造方法の他の実施形態のフローチャートである。

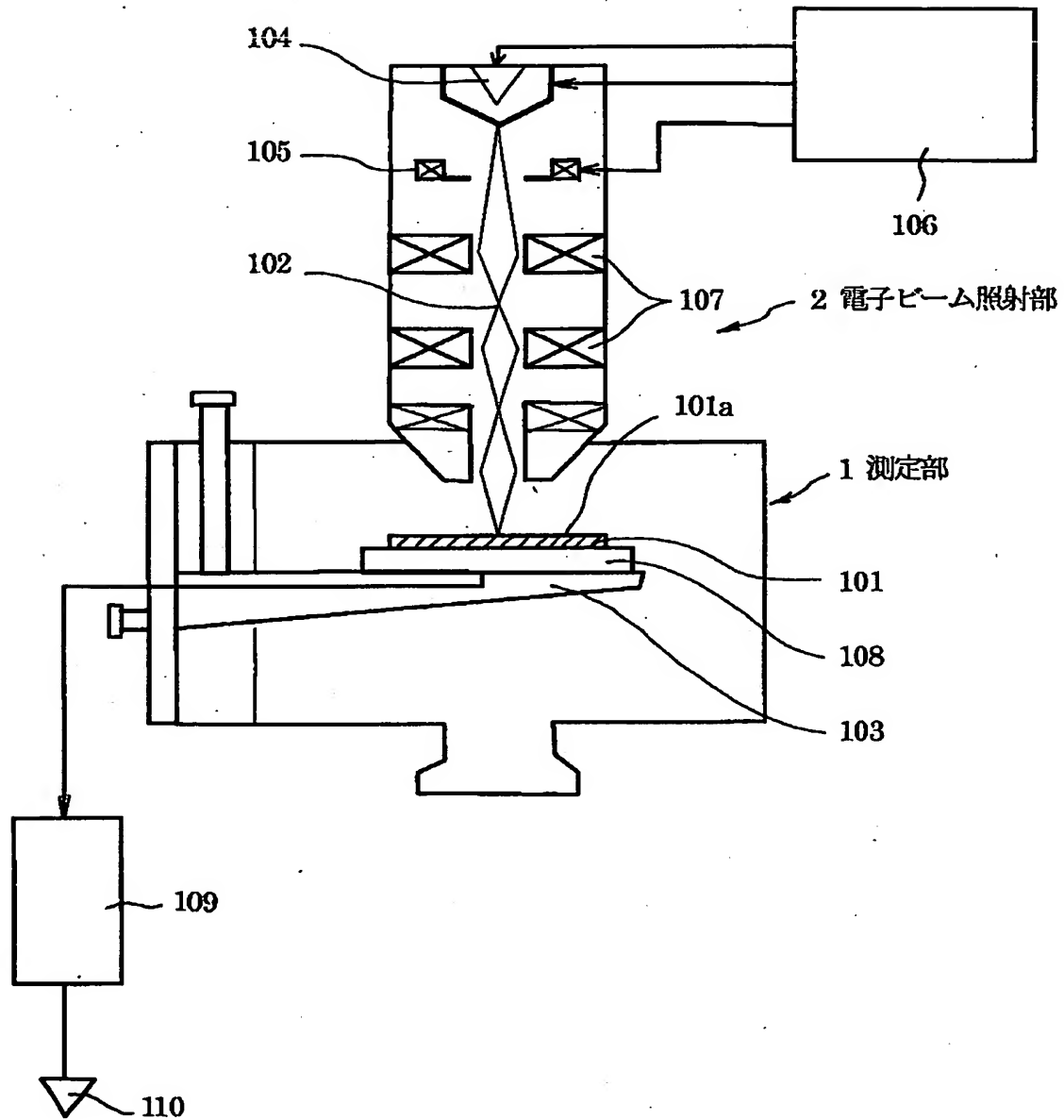
【符号の説明】

- 1 測定部
- 2 電子ビーム照射部
- 101 半導体ウェハ（シリコンウェハ：被測定基板）
- 101a 半導体ウェハの表面
- 102 電子ビーム
- 103, 103A 移動ステージ

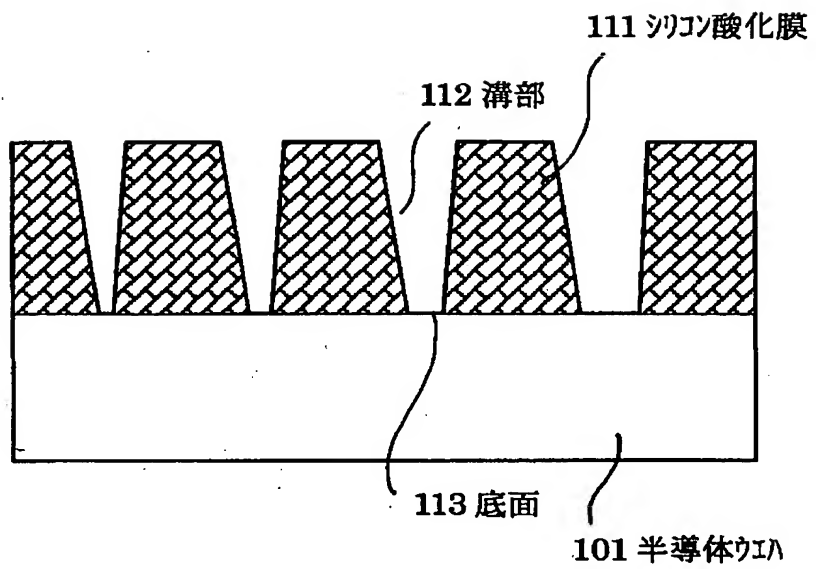
- 104 電子銃
- 105 アノード電極
- 106 定電圧電源
- 107 電子レンズ部
- 108 検出電極
- 109 電流計
- 110 グランド
- 111 シリコン酸化膜
- 112 溝部もしくは孔部
- 113 溝部もしくは孔部の底面

【書類名】 図面

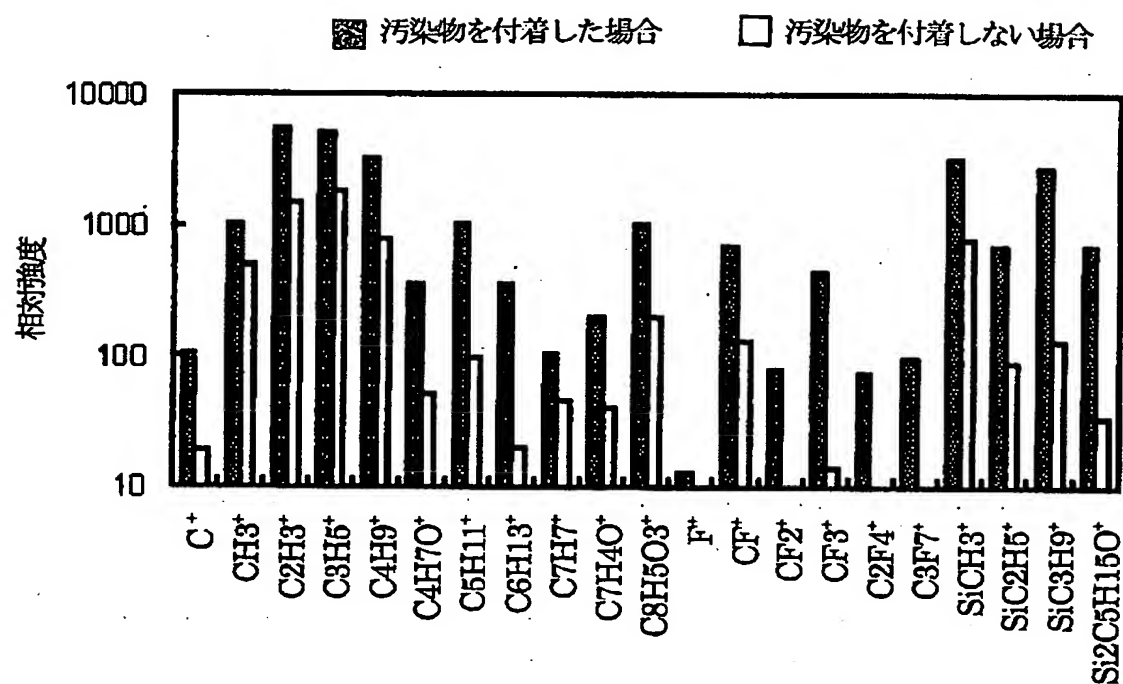
【図1】



【図2】

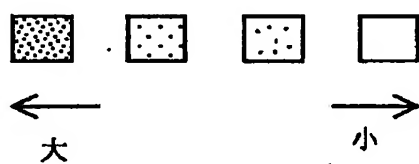
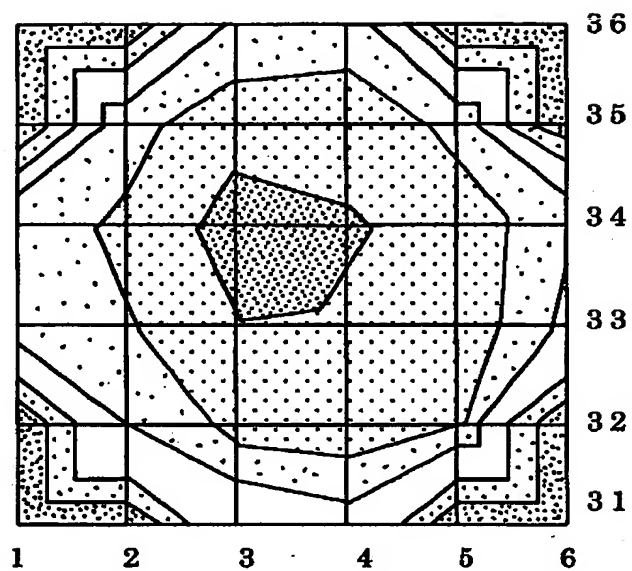


【図 3】

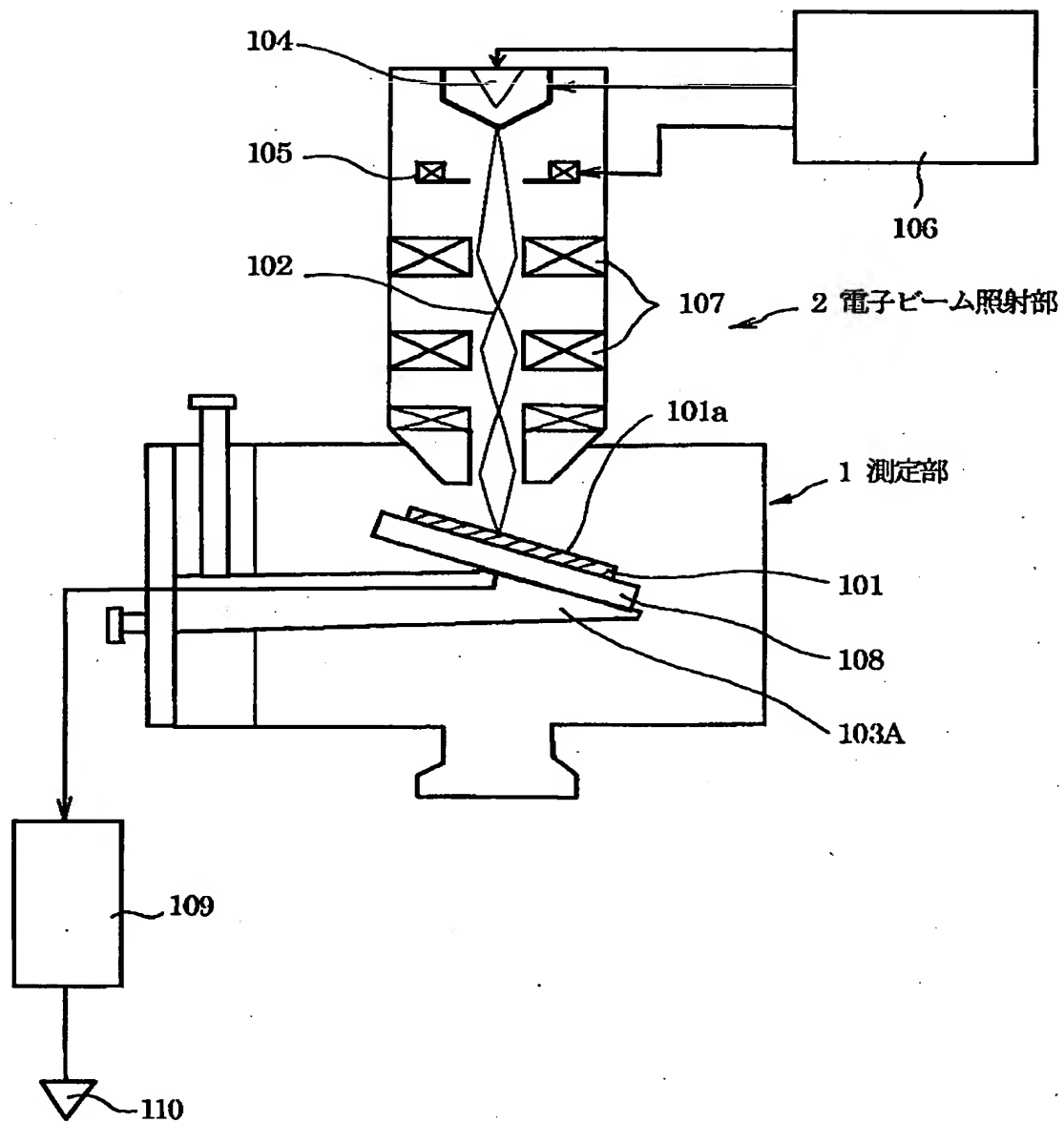


【図4】

基板電流面内分布

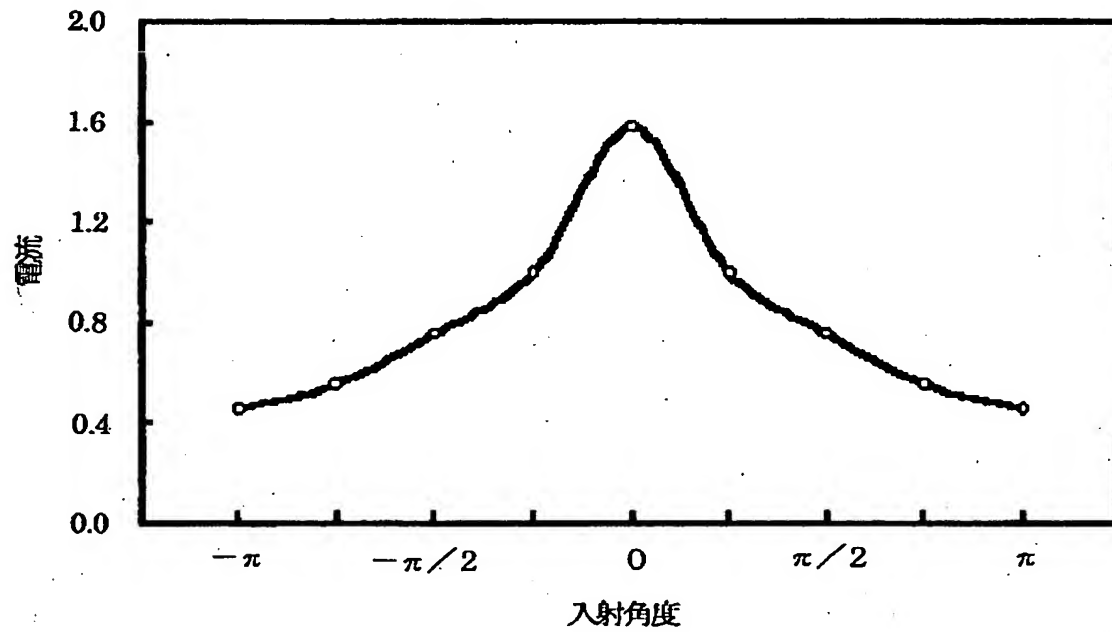


【図5】

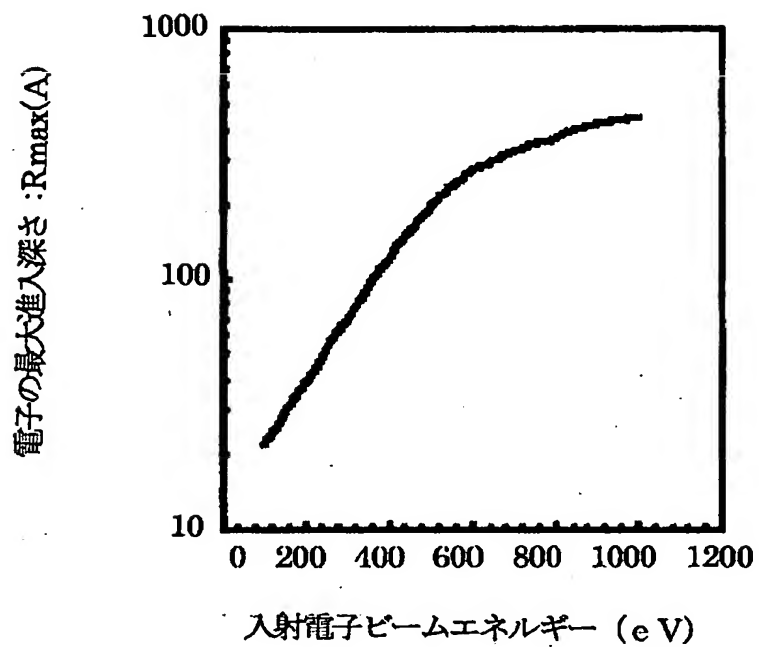




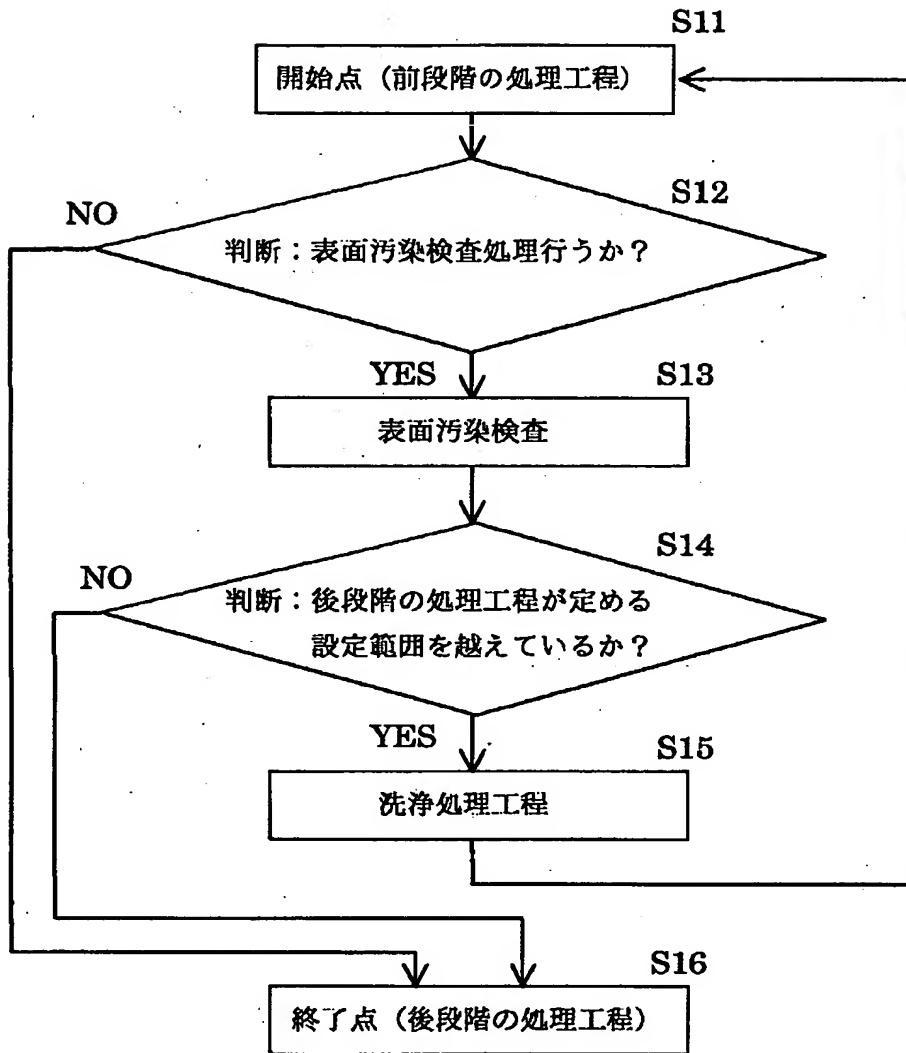
【図 6】



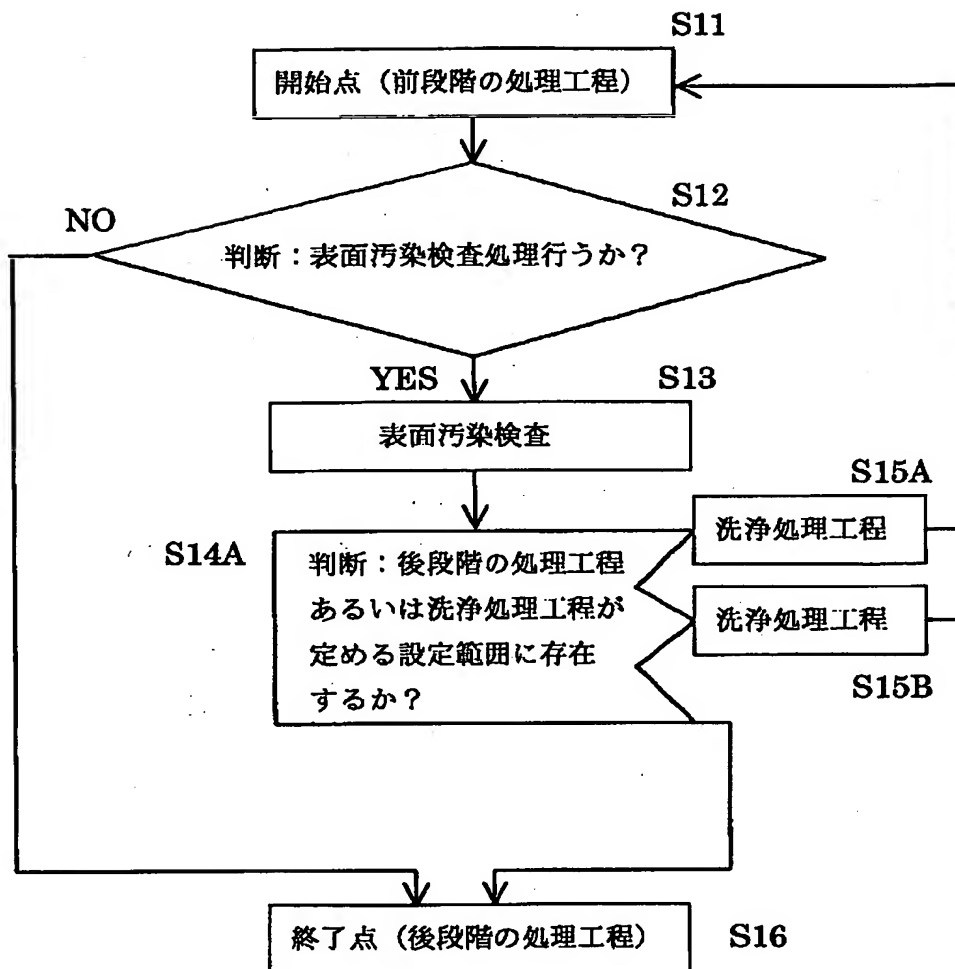
【図7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複雑な形状を有しかつその表面が複数の種類の材料で構成されている半導体基板に対して、該基板に損傷を与えることなく、所望の領域の表面に吸着する分子状あるいはクラスター状化学物質等の汚染を評価する方法と、評価を行うための装置、さらに、汚染評価に基づく半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 基板101の表面に電子ビーム102を照射し、基板101に誘起されてグランド110に流れる基板電流を電極108及び電流計109により測定する。所定の表面状態を有する基準基板と、評価対象となる被測定基板のそれぞれに電子ビーム102を照射した際に生じる基板電流の差に基づいて被測定基板の汚染を評価する。また、半導体装置の製造ラインにおいて製造途中の半導体基板に対して汚染評価を実施し、基板電流値が後段階作業工程の定める条件を満たさない場合は基板表面吸着物質の除去を目的とする最適な洗浄工程を実施する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都港区芝五丁目7番1号  
氏 名 日本電気株式会社